

1 大雪に関する異常天候早期警戒情報の開始¹

1.1 大雪に関する異常天候早期警戒情報の概要

1.1.1 はじめに

気象庁は、平成25年11月から、大雪の異常天候早期警戒情報の発表を開始した。この情報は、2週間先までの7日間降雪量が平年に比べ「かなり多い」と予想される場合に発表される。本章では、この概要について、情報提供の背景、情報の内容、大雪警報・注意報との関係を中心に述べる。

1.1.2 情報発表の概要

(1) 背景

異常天候早期警戒情報は、夏季の顕著な高温や低温、冬季の寒波など社会経済活動に大きな影響を及ぼす天候が発生する可能性をできるだけ早い段階で発表する予測情報であり、その天候によって受ける影響を軽減する目的で、平成20年3月に発表を開始した。これにより、2週間程度先の異常な天候の発生を予測した場合に、警戒を呼びかけることができるようになった。しかし、この情報は気温に限定されているため、他の気象要素、特に、大雪が予想される場合に早い段階で情報が欲しいという防災関係機関からの要望が高まっていた。この背景として、異常天候早期警戒情報の運用前では、平成17/18年冬の「平成18年豪雪」、異常天候早期警戒情報の運用後では、平成22/23年冬以降3年連続して大雪による交通障害、農作物への被害など甚大な災害が発生したほか、雪下ろし中の事故などが相次いでいたことがあった。気候情報課では要望に対応するため大雪予測に関する予測技術を開発した。この予測技術については、過去事例の予報実験（ハインドキャスト）による検証を経て、持続する冬型の気圧配置に関連する降雪に対しては、予測可能な精度が確保できる結果を得た。この技術を応用して平成25年11月より、日本海側を中心とした地方を対象として、「大雪に関する異常天候早期警戒情報」の発表を

開始することとした。

なお、平成24年11月からは先行して、「かなりの低温」が予想されかつ大雪が予想される場合に、「低温の異常天候早期警戒情報」の中で、「かなり多い降雪」に関する情報を付加し警戒を呼びかけていた。

(2) 目的と想定される対策

大雪に関する異常天候早期警戒情報の目的は、できるだけ早い段階で事前の準備や対策を行うことで、交通障害、果樹の枝折れやビニールハウスの倒壊など農業施設への被害、屋根雪による家屋損壊、さらには雪下ろし中の事故といった大雪による災害を防止することである。具体的には、防災関係機関においては、今後の防災対応を検討するための情報として、農業関係者に対しては、農業施設の補強や果樹の枝折れ防止などの事前の対策を講じるための情報として、また、一般には、除排雪の事前準備、屋根雪の早期の除雪などに利用されることを想定している。



第1.1.1図 大雪の異常天候早期警戒情報の対象地域

¹ 大久保 忠之、中三川 浩

(3) 情報の内容

・情報の標題

大雪が予想された場合は、「大雪に関する異常天候早期警戒情報(〇〇地方)」とし、すでにこの情報が発表された後に、対象期間に大雪の予想が無くなった場合は「雪に関する異常天候早期警戒情報(〇〇地方)」とする。

また、大雪と低温が予想された場合には、「低温と大雪に関する異常天候早期警戒情報(〇〇地方)」とし、すでにこの情報が発表された後に、対象期間に大雪の予想が無くなり低温の予想のみ継続した場合は、「低温に関する異常天候早期警戒情報(〇〇地方)」、対象期間に大雪と低温の両方の予想が無くなった場合は、「気温と雪に関する異常天候早期警戒情報(〇〇地方)」とする。

・情報の対象期間

情報発表日の5日後から14日後までを対象期間とする。具体的には、発表日の5日後を初日とする7日間降雪量から8日後を初日とする7日間降雪量までとする。

・対象地域

日本海側を中心とした地域で、基本的には季節予報で降雪量予報を行っている予報区分に従った。ただし、岐阜県山間部(1次細分区域の岐阜県飛騨地方と美濃地方の山間部)や長野県北部・群馬県北部(1次細分区域の長野県北部と群馬県北部)は、日本海側と同様に冬型の気圧配置による降雪に対して予測可能な精度が確保され、特別豪雪地帯に指定されている地域を含むことから対象地域とする(第1.1.1図)。

・発表基準

各予報区の7日間降雪量が平年に比べて「かなり多い」となる確率が30%以上と予想した場合に発表する。「かなり多い」は、気象庁の解説用階級のひとつで、1981~2010年の30年間の統計において、多い方から10%(90パーセント以上)の範囲のことで、言い換えると10年に1度出現する程度の降雪量である。なお、各予報区の地域平均値作成には、アメダスデータを含めている(詳細は第1.1.3項 降雪量ガイダンスを参照)。

・情報の発表日と期間

原則として毎週火・金曜日(平成26年3月から月・木曜日に変更予定)に、発表基準に達した場合に発表する。加えて、前回情報を発表した場合には、発表基準に達しない場合でも、前回発表以後の見通し等を知らせるために情報を発表する。また、発表期間は、降雪シーズンである11月から3月とする。なお、東日本以西では、11月や3月はあまり降雪量が多くないが、強い寒波による季節外れの降雪にも対応できるよう、発表・検討期間は全ての対象地域で同じにする。

・情報の形式

情報の種類を示す標題は、「大雪に関する異常天候早期警戒情報」などとし、警戒事項は「大雪」で、対象とする地域における「かなり多い」階級の7日間降雪量平年比の閾値を示す。本文の解説には、異常天候早期警戒情報の検討対象期間、大雪の見込み、大雪に対する留意事項や関連する情報、実況経過から今後2週目にかけての見通し、参考事項などを記述する。(第1.1.2図に具体例を示す)。なお、対象地域の周辺域でも、冬型の気圧配置による降雪量が多くなる一部地域について考慮し、「東北日本海側を中心に、青森県下北、岩手県内陸、宮城県西部でも…」などと記述する場合がある。参考事項には、主な地点の7日間降雪量の平年値を掲載する。これは、7日間降雪量が地域や時期により大きく異なる(第1.1.3図に東北地方の例を示す)ことから、対象期間の降雪量のイメージが捉えやすいようにするためである。

「かなり多い」階級の7日間降雪量平年比の閾値と7日間降雪量の平年値を掛け合わせた値が情報対象期間のおおよその「かなり多い」降雪量に相当する(第1.1.4図に一例を示す)。

一方、大雪の異常天候早期警戒情報を発表し、次の検討日に早期の警戒の必要が無くなった場合には、降雪の警戒事項は「なし」とし、必要に応じて、本文の解説に、目先1週間程度の降雪の見通しを付加する。

大雪に関する異常天候早期警戒情報(北陸地方)
 平成25年11月30日14時30分
 新潟地方気象台 発表

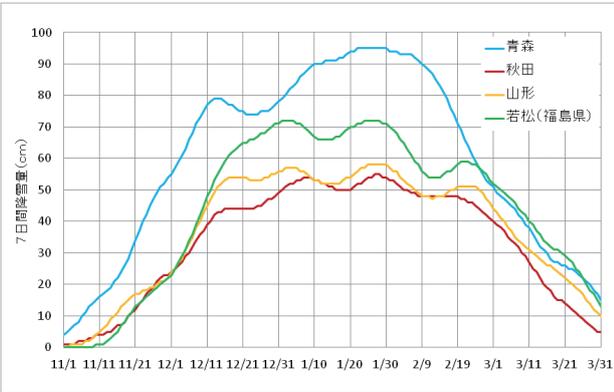
要早期警戒
 警戒期間 12月5日頃からの1週間
 対象地域 北陸地方
 警戒事項 大雪(7日間降雪量 300%以上)
 確率 30%以上

今回の検討対象期間(12月5日から12月14日まで)において、北陸地方では、12月5日頃からの1週間は、降雪量が平年よりかなり多くなる確率が30%以上と見込まれます。除雪などの対応に留意して下さい。また、今後の気象情報に注意して下さい。

<参考>
 この期間の主な地点の7日間降雪量の平年値は、以下のとおりです。

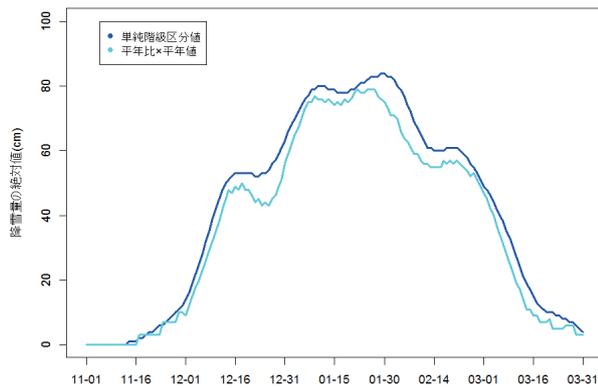
地点 平年値
 新潟 15センチ
 高田 48センチ
 富山 30センチ
 金沢 21センチ
 福井 21センチ

第 1.1.2 図 大雪に関する異常天候早期警戒情報の発表例



第1.1.3図 7日間降雪量の「かなり多い」階級区分値(東北地方の例)

11月1日～3月31日。青森(青)、秋田(赤)、山形(橙)、若松(緑)を示す。横軸の日付を初日とする7日間降雪量の階級区分値で、この値を超えると「かなり多い」階級となる。



第1.1.4図 富山における7日間降雪量の「かなり多い」階級区分値と北陸地方の「かなり多い」7日間降雪量の平年比に富山の平年値を掛けた値の比較

青線：7日間降雪量の「かなり多い」階級区分値(富山)

水色線：7日間降雪量の平年比の「かなり多い」階級区分値(北陸地方)×平年値(富山)

1.1.3 降雪量ガイダンス

交通障害、屋根雪による家屋損壊など降積雪による社会的影響は、平地のみならず、降雪の絶対量の多い山地で特に大きい。本情報の目的であるまとまった降雪による災害の軽減・防止のためには、山地も含めた観測値に基づいて情報を作成する必要がある。季節予報で利用している地域平均値は、気象官署の観測値をもとに作成しているが、気象官署はその多くが平地に存在していることから、本情報に利用するデータとしては不十分である。そこで、山地を多く含むアメダスの観測値を利用し、地域平均値を作成した。地域平均に利用したアメダス地点は、第1.1.1表のとおりである。この地域平均値をもとに、降雪量ガイダンスを作成している。降雪量ガイダンスの作成方法は、従来の1か月予報で利用しているガイダンス(伊藤2008)と基本的には同一である。ただし、降雪量の多寡に関係する気層の安定度に対応する地上気温偏差と700hPa気温偏差の差を仮予測因子として加えている。各地方のハインドキャストに基づく確率値別適中率を第1.1.5図に示す。地域によればらつきはあるが、ブライアスキルスコアは正で、予測確率30～40%程度までは概ね出現率とのかい離は小さい。

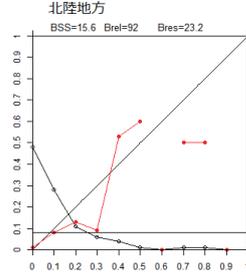
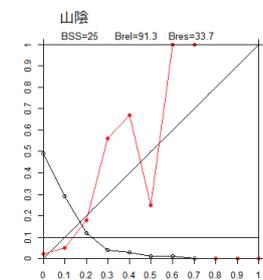
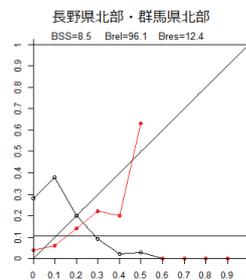
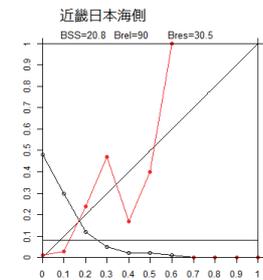
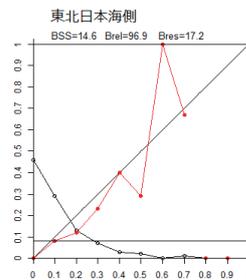
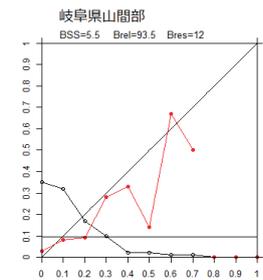
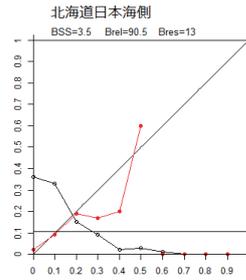
次に、「かなり多い」確率を30%以上と予測し、実際はかなり多くなった割合(適中率)および、実際はかなり多くなったケースのうち、実際に予測していた割合(捕捉率)を第1.1.2表に示す。また、「かなり多い」確率を30%以上と予測したときの実際の降雪階級(全国平均)を第1.1.6図に示す。これらから、適中率は山陰で62%と極端に高くなっており、これを是とすべきか判断の難しいところであるが、それ以外の地域では、ばらつきが比較的小さく全国平均で36%である。捕捉率は全国平均で37%である。なお、「かなり多い」確率を30%以上と予測した時、「かなり多い」階級となった割合は36%であるが、「多い」階級を含めると74%となる。このことから、適中率は必ずしも高いとは言えないが、大雪に関する異常天候早期警戒情報を発表した場合には、降雪量が多く

なる可能性は7～8割程度あるといえる。

平成24年11月からのかなり多い降雪に関する情報の付加を開始した後、11月30日に発表した低温に関する異常天候早期警戒情報に、東北から中国地方の日本海側を中心とした地方に初めて「かなり多い降雪」に関する情報を付加した。北陸地方を例に、このときのガイダンスを第1.1.7図に、実際の降雪量平年比の地点分布および新潟県の入広瀬での降雪量と積雪の推移を第1.1.8図に示す。情報ではガイダンスを参考に、12月5日からの7日間を対象に情報の発表を行った。実際の降雪の強まりは12月7日頃からと若干の差があったが、予測期間の地域平均降雪量平年比は558%となり、かなり多くなった。

第 1.1.1 表 異常天候早期警戒情報用の降雪ガイダンスに使用した地域別の観測点

北海道日本海側	東北日本海側	北陸地方	岐阜県山間部
稚内	冷別	相川	河合
浜鬼志別	五所川原	下関	神岡
沼川	青森	新潟	白川
豊富	鯉ヶ沢	新潟	高山
菅崎子府	深浦	津川	長滝
美深	弘前	長岡	樽見
名寄	鯉ヶ湯	柏崎	
下川	鯉ヶ蘭	入広瀬	
和寒	能代	小出	近畿日本海側
上川	鷹巣	高田	柳ヶ瀬
旭川	鹿角	安塚	今津
層雲峡	五城目	十日町	彦根
美瑛	阿仁合	能生	峰山
富良野	秋田	蘭山	舞鶴
幾寅	角館	津南	香住
占冠	大正寺	湯沢	豊岡
天塩	本荘	泊	和田山
初山別	横手	氷見	
羽幌	矢島	魚津	山陰
古丹別	湯沢	伏木	西郷
留萌	湯の岱	富山	松江
幌糠	酒田	砺波	横田
厚田	金山	猪谷	横田
新篠津	狩川	珠洲	赤名
石狩	新庄	輪島	磯穂
札幌	向町	七尾	弥栄
小金湯	柳井	金沢	境
恵庭島松	肘折	白山吉野	米子
朱鞠内	尾花沢	加賀菅谷	倉吉
幌加内	大井沢	福井	鳥取
深川	左沢	武生	大山
滝川	山形	大野	智頭
芦別	長井	九頭竜	
美唄	小国	今庄	
岩見沢	米沢	敦賀	
夕張	西会津	小浜	
余市	猪苗代		
小樽	若松	長野県北部・群馬県北部	
赤井川	只見	北部	
共和	南郷	藤原	
蘭越	湯本	みなかみ	
俱知安	田島	草津	
寿都	桜枝岐	野沢温泉	
喜茂別		信濃町	
黒松内		飯山	
今金		小谷	
熊石		白馬	
鶴		長野	
江差		大町	



第 1.1.5 図 予報期間初日（5日先から）の7日間降雪量「かなり多い」の確率値別適中率

横軸：確率、縦軸：出現率

検証期間：1981～2010年（1～3月）

赤の折れ線は確率値別適中率、黒の折れ線は確率値別予測頻度

BSS：ブライアスキルスコア

Brel：信頼度スキルスコア

Bres：分離度スキルスコア

左上から、

北海道日本海側、東北日本海側、長野県北部・群馬県北部、北陸地方

右上から、

岐阜県山間部、近畿日本海側、山陰

第1.1.2表 7日間降雪量ガイダンスの適中率と捕捉率

検証期間：長野県北部・群馬県北部 1990～2010年、岐阜県山間部 1984年～2010年、その他の地域は1981年～2010年（いずれも11～3月）

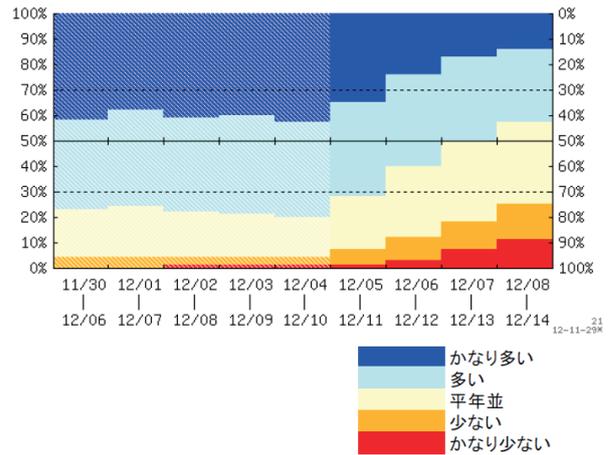
現象あり：実況で地域平均7日間降雪量が「かなり多い」事例

予測あり：地域平均7日間降雪量の「かなり多い」確率が30%以上と予測した事例

適中率：予測していたうち、現象のあった割合

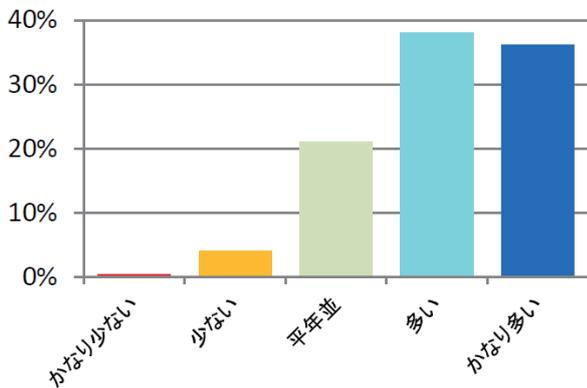
捕捉率：現象があったうち、予測していた割合

地域	適中率 (%)	捕捉率 (%)
北海道日本海側	27	31
東北日本海側	32	36
長野県北部・群馬県北部	35	26
北陸地方	37	45
岐阜県山間部	31	35
近畿日本海側	39	33
山陰	62	51
全国平均	36	37

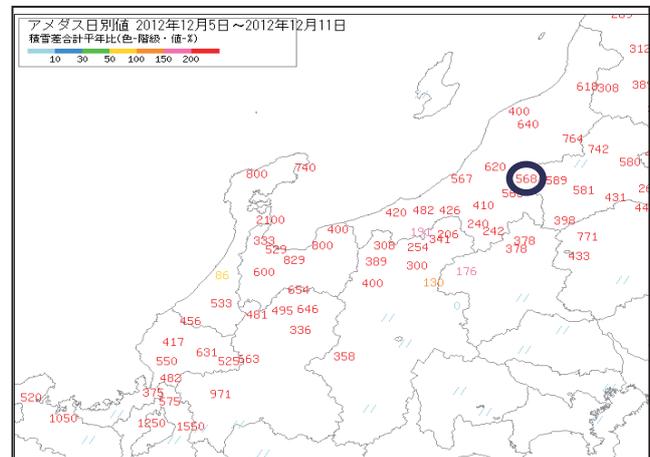


第1.1.7図 2012年11月30日を初期値とする7日間降雪量ガイダンス（北陸地方）

予報期間初日12月5日から7日間降雪量の「かなり多い」階級（地域平均降雪量平年比：291%以上）が30%以上と予測されている。



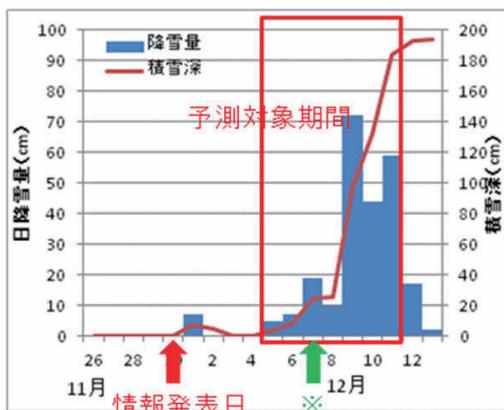
第1.1.6図 7日間降雪量ガイダンスで「かなり多い」確率が30%以上と予測した時の実際の階級（全国平均）（検証期間は第1.1.2表と同じ）



第1.1.8図 2012年12月5日～11日の降雪量平年比（北陸地方を中心とした地域）の分布と入広瀬の降雪量・積雪の推移

上図：降雪量平年比（7日間降雪量地域平均平年比：558%（「かなり多い」階級））

左図：入広瀬（上段の丸）の日降雪量および日最深積雪の推移
左図の情報発表日：低温の異常天候早期警戒情報に降雪の情報を付加発表した日（11/30）。12/4にも12/9を初日とする同様の情報を発表している。左図の※：予報部で「大雪と雷及び突風に関する全般気象情報 第1号」を発表



1.1.4 大雪警報・注意報との統計的關係

大雪に関する異常天候早期警戒情報の対象である7日間降雪量と、その間の大雪警報および注意報の対象である6～24時間降雪量との關係を求め、この情報が短期的な大雪災害につながるような状況にどの程度關係するかを整理し、異常天候早期警戒情報の運用や気象情報との關係を検討する上での参考とすることとした。

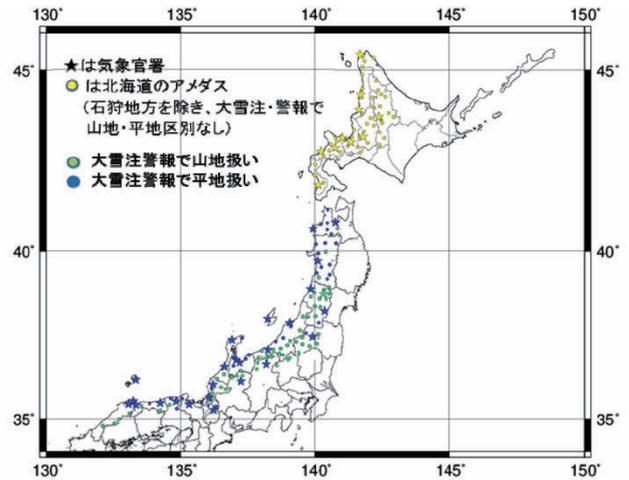
(1) 調査方法

対象地域は降雪の情報を付加する日本海側を中心とし、対象期間は1991～2010年の冬季(12、1、2月)とした。その上でアメダスを含めた7日間降雪量の地域平均平年比と地域内のアメダス降雪量が大雪警報・注意報の基準に達した回数を比較した。それぞれの具体的な手順は以下のとおりである。

- ① 7日間ごとに地域内の観測点で1地点でも大雪警報・注意報基準を超えた日数を求め、7日間降雪量平年比との關係および「かなり多い」降雪との關係を求める(面的な広がりは考慮しない)。また、「かなり多い」降雪時の平均日数と全事例(90日×20年=1800事例)の平均日数との比を求め、気候的な大雪警報・注意報超過日数と比較する。
 - ② 7日間ごとに地域内の大雪警報・注意報基準を超えた延べ日数(地点ごとの超過日数を地域内で総計)を求め、基準超過割合(基準超過延べ日数/総日数(地点数×7日))を算出し、「かなり多い」降雪との關係を求める(面的な広がりも考慮)。
- ①と同様に全事例の平均と比較し、気候的な大雪警報・注意報超過割合と比較する。大雪警報・注意報基準は12時間降雪量を採用している所が多いが、6時間、24時間降雪量を採用している所もある。本調査ではそれぞれの基準に応じて該当データを抽出している。また、大雪警報・注意報基準は山地(山沿い、山間部)と平地に分かれているところが多い。観測点がどちらに属しているかは各府県で異なっており、それに基づき基準を適用した(利用した観測点および、山地・平地の別を

第1.1.9 図に示す)。

なお、これらの統計はアメダスの積雪計の設置地点のみから求めたものであり、委託観測等ほかの観測値は利用していない。したがって、予測や各種実況データに基づいて発表される実際の大雪注意報や警報の日数等とは異なる(実際は、ここで得られた結果よりも多い)。



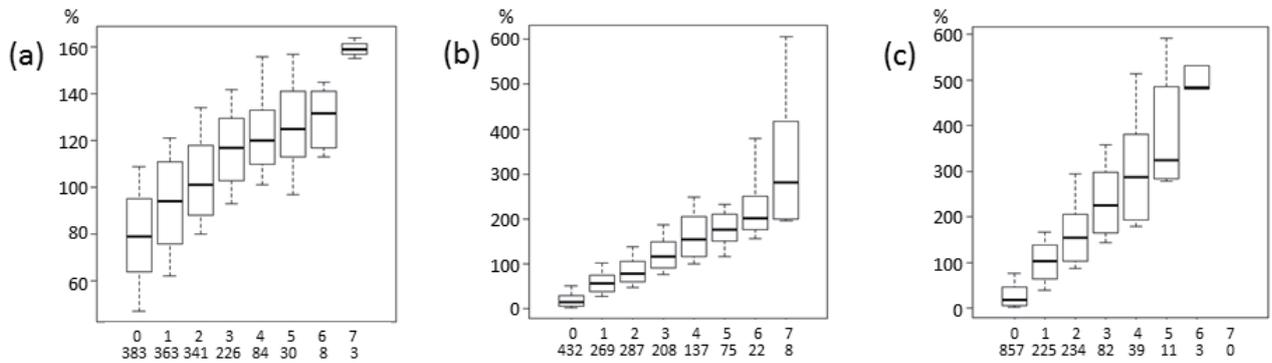
第1.1.9 図 地域平均7日間降雪量平年比と大雪警報・注意報の出現頻度の統計的關係を求めるために使用した地点。

第1.1.1表と同じ地点であるが、岐阜県の樽見は使用していない。本州の地点は大雪警報・注意報での山地(山間部、山沿い)と平地の扱いを区別して表示している。

(2) 調査結果

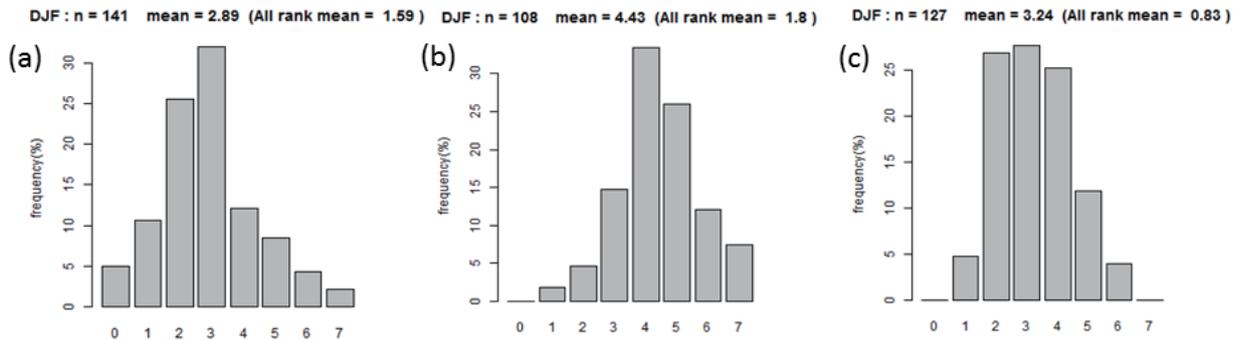
ア. (1) ①の調査結果

第1.1.10図に、北海道日本海側、北陸地方、山陰の7日間降雪量平年比とその期間内の大雪注意報基準超過日数(1地点でも基準を超えれば日数にカウントする)との關係を示す。7日間降雪量が多いほど、注意報基準に達する日数は増えることがわかる。図は省略するが、他の地域や大雪警報基準超過日数の場合も同様のことが言える。次に、北海道日本海側、北陸地方、山陰の7日間降雪量平年比が「かなり多い」階級となった期間における大雪注意報基準超過日数(1地点でも基準を超えれば日数にカウントする)の頻度分布を、第1.1.11図に示す。北海道日本海側と山陰では大雪注意報基準を超える日数は平均すると3日程度であるが、北陸地方では4日を超えている。また、北海道日本海側では注意報基準に達しないケース



第1.1.10図 地域平均7日間降雪量平年比とその期間内の大雪注意報基準超過日数の関係（12～2月）

(a)北海道日本海側 (b)北陸地方 (c)山陰 1地点でも基準を超えた日数を期間（7日間）内で合計している。横軸は大雪注意報基準超過日数（日）、日数の下の数値は事例数。縦軸は7日間降雪量平年比（%）、横太線は中央値。ボックスは25～75パーセンタイルの範囲、点線は10～90パーセンタイルの範囲。



第1.1.11図 地域平均7日間降雪量平年比が「かなり多い」階級のときの期間内の大雪注意報基準超過日数の頻度分布（12～2月）(a)北海道日本海側 (b)北陸地方 (c)山陰

1地点でも基準を超えた日数を期間（7日間）内で合計している。
 横軸は大雪注意報基準超過日数（日）、縦軸は各大雪注意報基準超過日数の出現頻度（%）
 グラフの上の数値
 n：「かなり多い」降雪階級の事例数
 mean：「かなり多い」降雪時の大雪注意報基準を超過した平均日数

もみられる。第1.1.3表には、全地域の7日間降雪量平年比が「かなり多い」階級となった期間における大雪警報・注意報基準超過日数の平均を示す（表中の「かなり多い」の日数に対応）。概ね3日前後の日が多いが、東北日本海側では5日を超え、岐阜県山間部では2日程度である。岐阜県山間部では、利用している地点数が他の地域に比べ少ないことが影響していると考えられる。また、北海道日本海側では東北日本海側に比べ、大雪警報・注意報基準が高いことなどが一因として挙げられる。

次に、これらの日数を全事例の平均日数と比較することにより、気候的な大雪警報・注意報超過日数に比べて、「かなり多い」降雪時にはどの程度、大雪警報・注意報基準を超過する割合が高まるのか、および「比」の値が相当する。大雪注意報

では気候的な超過日数に比べて、2～4倍程度となっている。つまり、「かなり多い」降雪時は通常より、大雪注意報超過日数が2～4倍の頻度となることを表している。大雪警報の場合はより地域差が大きく、2～14倍となっている。気候的な超過日数との比は、大雪警報・注意報ともに、北日本で小さく、西日本で大きい傾向がある。これは、降雪量の変動が北の地域ほど小さく、西（南）の地域ほど大きい（＝降らないときはほとんど降らないが、降るときは大量に降る）ことが関係していると見られる。

イ. (1) ②の調査結果

第1.1.3表に、「かなり多い」降雪時の大雪警報・注意報基準を超えたのべ日数（各観測点での基準超過日数を総計したもの）を総日数（観測地点数

×7日²⁾で割った超過割合を、地域別に示す(表中の「かなり多い」の値)。基準超過割合は、大雪警報・注意報ともに北海道日本海側で極端に少ない(注意報の場合、東北日本海側では約10%なのに対し、北海道日本海側では約2%)が、(2)アで述べたことと同様の理由であろう。北海道日本海側を除けば、「かなり多い」降雪時の基準超過割合は注意報で10~25%、警報で1~4%である。これらを気候的超過割合と比較すると、注意報の場合で2~6倍、警報の場合で2~13倍である。つまり、「かなり多い」降雪時は通常より、大雪注意報(警報)超過地域割合が2~6倍(2~13倍)となることを表している。

第1.1.3 表 地域平均7日間降雪量平年比が「かなり多い」階級のときの期間内の大雪警報・注意報基準超過日数および超過割合(12~2月)

「基準超過日数」: 1地点でも大雪警報・注意報基準を超えた日の期間(7日間)内の合計

「基準超過割合」: 大雪警報・注意報基準を超えた地点割合の期間(7日間)内の平均

「かなり多い」: 7日間降雪量平年比が「かなり多い」階級のときの期間内の大雪警報・注意報基準超過日数(割合)の平均

「全事例平均」: 全事例の大雪警報・注意報基準超過日数(割合)の平均

		基準超過日数		基準超過割合	
		注意報	警報	注意報	警報
北海道日本海側	①「かなり多い」	2.9日	0.19日	1.7%	0.07%
	②全事例平均	1.6日	0.09日	0.8%	0.03%
	比(①/②)	1.8倍	2.11倍	2.1倍	2.33倍
東北日本海側	①「かなり多い」	5.8日	1.50日	10.2%	0.72%
	②全事例平均	3.0日	0.41日	3.4%	0.18%
	比(①/②)	1.9倍	3.68倍	3.0倍	4.00倍
北陸	①「かなり多い」	4.4日	1.47日	13.9%	1.01%
	②全事例平均	1.8日	0.26日	2.0%	0.16%
	比(①/②)	2.5倍	5.65倍	4.8倍	6.31倍
長野県北部・群馬県北部	①「かなり多い」	3.4日	0.41日	14.2%	0.92%
	②全事例平均	1.4日	0.13日	4.8%	0.26%
	比(①/②)	2.4倍	3.15倍	3.0倍	3.54倍
岐阜県山間部	①「かなり多い」	2.2日	0.34日	14.3%	1.07%
	②全事例平均	0.8日	0.07日	3.3%	0.21%
	比(①/②)	3.7倍	4.86倍	4.3倍	5.10倍
近畿日本海側	①「かなり多い」	3.8日	1.49日	25.1%	4.46%
	②全事例平均	1.0日	0.15日	4.4%	0.41%
	比(①/②)	3.8倍	9.93倍	5.7倍	10.88倍
山陰	①「かなり多い」	3.2日	0.28日	14.8%	0.93%
	②全事例平均	0.8日	0.02日	2.8%	0.07%
	比(①/②)	3.9倍	14.00倍	5.1倍	13.29倍

(3) まとめ

冬季の地域平均7日間降雪量が「かなり多い」場合、その地域内のどこかで短期的な大雪に伴う

災害の恐れのある(注意報(警報)基準を超える)日数や地域割合は、気候的超過割合に比べて2~6倍(2~13倍)となる。地域による差はあるが、短期的な大雪の災害が発生するリスクが高まるといえる。こうした統計的結果から、「大雪に関する異常天候早期警戒情報」が発表された場合には、短期的な大雪となる可能性を十分に踏まえた対策の検討が必要になるといえる。また、大雪の可能性が高まった場合には、週間スケールでの大雪情報の発表が検討されるが、シームレスな情報発信に繋げることが有用である。

1.1.5 今後に向けて

平成24年11月から低温に関する異常天候早期警戒情報に、降雪に関する情報を付加する運用を実施し、11月30日発表の情報にはじめて付加した。この事例では概ね適中させることができ、その後開催された会議で、部外機関から、情報をもとにリンゴの収穫を早めることができたなど、有効に活用されたことが報告された。しかし、その後、降雪の情報を付加した異常天候早期警戒情報では、対象期間に「多い」階級とはなったものの「かなり多い」に至らない事例が多かった。また、2月中旬後半には強い寒気が入り、東北日本海側などでかなり多い降雪となったが、数値予報モデルの寒気予測が不十分であったこともあり、降雪の情報を付加した低温の異常天候早期警戒情報を発表することができなかった。このように、数値予報モデルや降雪量ガイダンスにはまだまだ改善の余地がある。平成26年3月には1か月アンサンブル予報システムが高解像度化などを進めて更新されるが、これに伴って降雪量ガイダンスの開発が進められている。本稿に記述した予測精度よりも大幅な精度改善が見込まれている。

参考文献

伊藤 明, 2008: 異常天候早期警戒情報のためのガイダンスとその評価. 気象庁地球環境・海洋部, 平成20年度季節予報研修テキスト, 28-34.

²⁾正確には欠測の日数を除く必要がある

1.2 かなり多い降雪時の合成図解析¹

1.2.1 はじめに

本節では、大雪の異常天候早期警戒情報の検討作業に活用できるよう、7日間降雪量平年比がかなり多くなる場合の合成図から、循環場の特徴をまとめた。

1.2.2 解析方法

解析の対象期間は、1981年1月～2012年4月のうち、北日本は11月～4月、東・西日本は12月～3月とした。使用したデータは、気象官署・アメダスの観測値に基づく、地域平均7日間降雪量平年比およびJRA-25/JCDAS(Onogi et al. 2007)に基づく7日平均循環場データおよび米国海洋大気庁(NOAA)から提供されている外向き長波放射量(OLR)である。

本稿では、少なくとも数日以上まとまった降雪が持続あるいは断続して発現する現象を対象とするため、地域平均した7日間降雪量平年比が「かなり多い」階級を満たす日数が連続して3日以上ある事例を対象とした。「かなり多い降雪」開始日(以下、単に「開始日」)の15日前から9日後の平年偏差の合成図を3日毎に作成し、その時間発展を調査した(本稿では9日前から6日後の特徴について記述した)。合成図は大雪の異常天候早期警戒情報の対象地域(第1.1.2項を参照)すべてについて求めた。なお、地域平均平年比は、アメダスを含めたものを使用した(第1.1節を参照)。

各地域で降雪量が多い時の循環場の特徴は、北海道日本海側以外は概ね類似していることから、本稿では北海道日本海側と北陸地方について述べる。また、「かなり多い降雪」となったが「かなりの低温」とならなかった事例、逆に「かなり多い降雪」とならなかったが、「かなりの低温」となった事例の合成図も作成し、北陸地方の事例で簡単に比較を行った。

解析のために作成した要素は、第1.2.1表のとおりである。本稿の解析で言及した要素には表中に○を付した。

第1.2.3項(1)で北陸地方の特徴を述べ、同(2)で北海道日本海側の特徴について述べるが、北陸地方の特徴と比較する形で記述する。同(3)で「かなり多い降雪」となったが「かなりの低温」とならなかった事例、逆に「かなり多い降雪」とならなかったが、「かなりの低温」となった合成図の特徴について、同(1)の気温での区別をしていない多雪時の全事例の合成図と比較して述べる。

1.2.3 解析結果

(1) 北陸地方の特徴

ア. 500hPa高度と地上気圧

500hPa高度偏差および200hPa波の活動度フラックス(Takaya and Nakamura 2001)の合成図と地上気圧偏差および850hPa風偏差の合成図について、北陸地方での開始日の9日前から6日後に関して

第1.2.1表 解析に利用した要素と単位(○は本稿の解析で言及した要素)

○	500hPa 高度偏差(m)と200hPa波の活動度フラックス(m^2/s^2)
○	海面気圧偏差(hPa)と850hPa風偏差(m/s)
	500hPa 気温偏差($^{\circ}C$)
	850hPa 気温偏差($^{\circ}C$)
	200hPa 東西風偏差(m/s)
○	200hPa 流線関数偏差($10^6 m^2/s$)と波の活動度フラックス(m^2/s^2)
○	850hPa 流線関数偏差($10^6 m^2/s$)と波の活動度フラックス(m^2/s^2)
	200hPa 速度ポテンシャル偏差($10^6 m^2/s$)と発散風偏差(m/s)
○	外向き長波放射量(OLR)偏差(W/m^2)

¹ 中三川 浩、峯松 宏明、大久保 忠之

合成したものを第 1.2.1 図に示す。

500hPa高度偏差合成図（第1.2.1図(a1)～(f1)）から、9日前にはユーラシア大陸から太平洋西部の北緯30～40度帯で負偏差が見られるほか、ヨーロッパで負偏差、西シベリアで正偏差が見られる（同図(a1)）。6日前には準定常ロスビー波束の伝播により、西シベリアでの正偏差が大きくなり、その下流側のバイカル湖の南西で負偏差も明瞭となる（同図(b1)）。3日前にはシベリア中部の正偏差は引き続き明瞭で地上気圧ではシベリアで高気圧が強まっている（同図(c2)）。また、バイカル湖の南西の負偏差は準定常ロスビー波束により増幅しつつ東進する。この時点でユーラシア(EU)パターン(Wallace and Gutzler 1981)が明瞭となる。開始日には、北陸の北西にあたる日本海西部で一層負偏差が大きくなり、日本海の上空に強い寒気が入っていることを示している(同図(d1))。

また、高緯度では、9日前にシベリアの正偏差とは別に、ベーリング海峡の北に正偏差があり、開始日に向けて次第に西進し、開始日には西シベリアからゆっくり東進した中央シベリアの正偏差域と一体となるような変化を見せる。3日後から6日後にかけて、シベリアの正偏差は次第に弱まるが、日本付近の負偏差は後述する亜熱帯ジェット上の準定常ロスビー波束伝播の影響もあり、偏差を維持しつつ次第に東進し、6日後には偏差の中心は日本の東海上に抜ける(同図(f1))。地上気圧は、9日前に西シベリアで順圧的な高気圧が形成され(同図(a2))、その後500hPa高度の正偏差の強化に伴い、地上気圧の正偏差は南東方向に拡大する。また、開始日(同図(d2))には、500hPa高度の日本海での負偏差の強まりに対応して、三陸沖で負偏差の強まり(低気圧の発達)が見られ、前述の大陸の正偏差(シベリア高気圧の強まり)と合わせて、日本付近で冬型の気圧配置が強まることを示している。

Takaya and Nakamura(2005)は、シベリア高気圧の発達のパターンとして、対流圏上層で北太平洋での高気圧性偏差が発達しながら西進し、シベリアでのブロッキングタイプのリッジを形成する

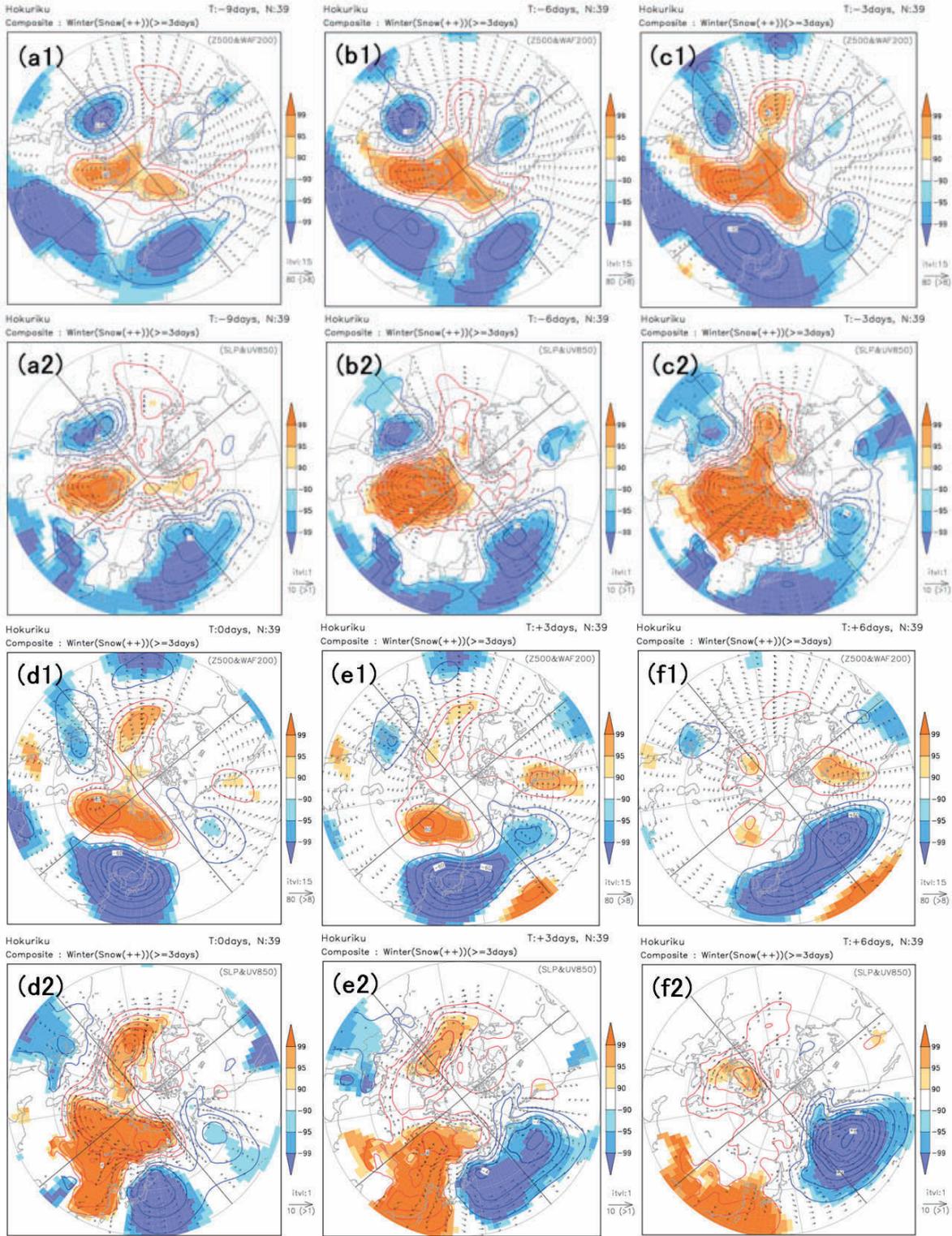
「太平洋型(Pacific-origin)」と、ユーラシア大陸上を準定常ロスビー波束が伝播することによりシベリアのリッジを形成する「大西洋型(Atlantic-origin)」に分類した。ベーリング海峡の北の高度正偏差の西進は、「太平洋型」に該当し、西シベリアでの高度正偏差の形成と東進は、「大西洋型」に対応すると考えられる。このように、「かなり多い降雪」開始前には、これら「太平洋型」と「大西洋型」の2種類の特徴が見られる。

イ. 200hPa/850hPa流線関数とOLR

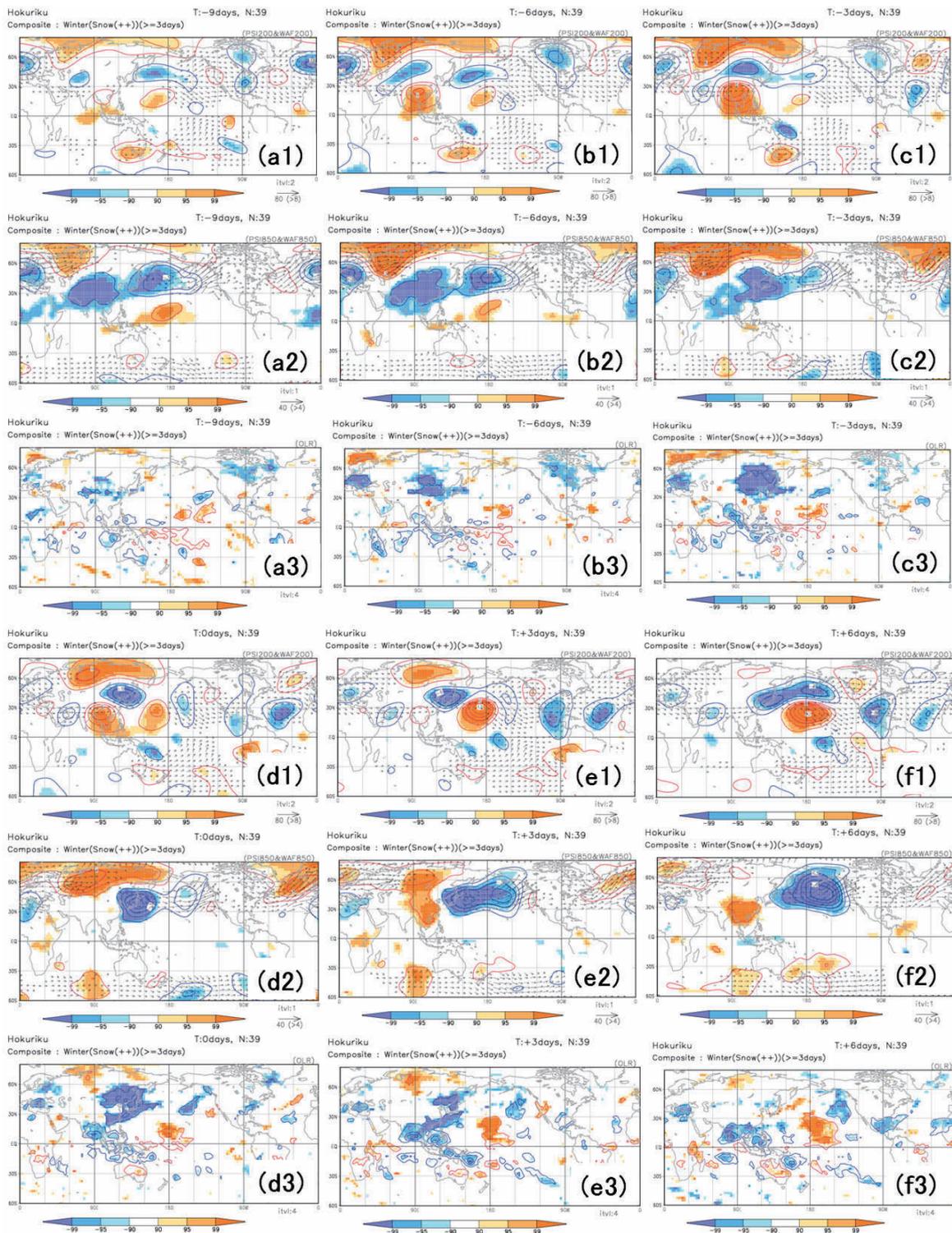
200hPaおよび850hPa流線関数偏差および同気圧面の波の活動度フラックス、OLR偏差の合成図を第1.2.2図に示す。

開始日の9日前のOLR偏差(第1.2.2図(a3))では、熱帯域において目立った偏差は見られないが、6日前よりインド洋東部から海洋大陸付近にかけて負偏差、すなわち対流活発な領域が次第に明瞭になる。この状態は6日後まで続いている(同図(f3))。また、3日前から日本付近で負偏差が見られ(同図(c3))、開始日に最も強まり(同図(d3))、6日後にかけて次第に南下する(同図(f3))。

これは、主に中国南部への下層高気圧の張り出しと南下(第1.2.1図(c2)～(f2)および第1.2.2図(c2)～(f2))によるコールド・サージに伴うものと考えられる。なお、シベリア東部にも明瞭な気温の負偏差が見られるが、おもに地表付近の強い低温を反映したもので対流活動との関係はない。前項で少し触れたように、ヨーロッパ方面から次第に亜熱帯ジェット気流上に波列パターンが形成されるが、この特徴は200hPa流線関数偏差では、より明瞭に見られる。9日前には亜熱帯ジェット気流に沿って準定常ロスビー波束が明瞭に伝播しはじめ(第1.2.2図(a1))、6日前には中国南部で高気圧性循環偏差が(同図(b1))、3日前には日本付近で低気圧性循環偏差が形成され(同図(c1))、開始日に偏差が最も強まる(同図(d1))。



第1.2.1 図 500hPa高度偏差・200hPa波の活動度フラックスおよび地上気圧偏差・850hPa風偏差の合成図（北陸地方で降雪量がかなり多い時）
 (a1)～(f1) 500hPa高度偏差（等値線間隔15m），200hPa波の活動度フラックス ベクトル(m^2/s^2)
 (a2)～(f2) 地上気圧偏差（等値線間隔1hPa），850hPa風偏差 ベクトル(m/s)
 それぞれ、a, b, …f の順に、北陸地方の7日間降雪量平年比が「かなり多い」階級となる初日の9日前、6日前、3日前、初日、3日後、6日後を示す。
 正（負）偏差は赤（青）で示している。ベクトルのサイズは右下の凡例に示した。陰影はt検定による凡例に示した信頼度で有意な領域を示す。



第1.2.2 図 200hPa/850hPa流線関数偏差・波の活動度フラックス、OLR偏差の合成図（北陸地方で降雪量がかなり多い時）

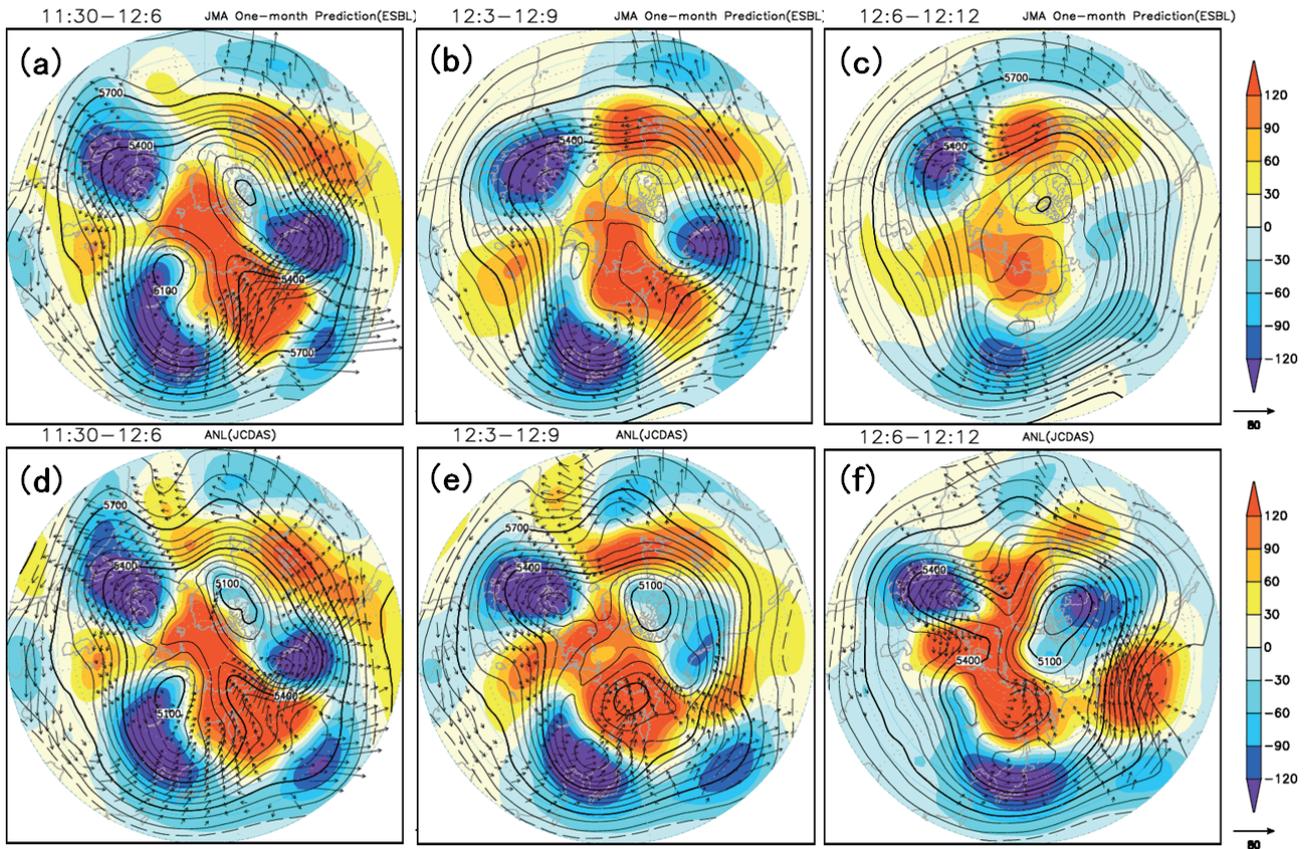
(a1)～(f1) 200hPa流線関数偏差(等値線間隔 $2 \times 10^6 \text{m}^2/\text{s}$), 200hPa波の活動度フラックス ベクトル(m^2/s^2)

(a2)～(f2) 850hPa流線関数偏差(等値線間隔 $1 \times 10^6 \text{m}^2/\text{s}$), 850hPa波の活動度フラックス ベクトル(m^2/s^2)

(a3)～(f3) OLR偏差(等値線間隔は $4 \text{W}/\text{m}^2$)

それぞれ、a, b, …f の順に、北陸地方の7 日間降雪量平年比が「かなり多い」階級となる初日の9 日前、6 日前、3 日前、初日、3 日後、6 日後を示す。

正(負)偏差は赤(青)で示している。ベクトルのサイズは右下の凡例に示した。陰影はt 検定による凡例に示した信頼度で有意な領域を示す。



第1.2.3 図 500hPa高度および偏差・200hPa波の活動度フラックス（予測と実況）

(a)～(c) 2012年11月29日を初期値とする (a)11/30-12/6、(b)12/3-12/9、(c)12/6-12/12 の予測

(d)～(f) (a)～(c)の予測期間に対する実況

12/3-12/9 に北陸地方で「かなり多い降雪」となり（開始日）、12/9-12/15 まで持続した。

等値線は高度で60m毎、正（負）偏差(m)は橙（青）で示している。波の活動度フラックス (m^2/s^2)のベクトルのサイズは右下の凡例に示した。

6日後にかけては、太平洋上を波束が伝播し、北米においてPNAパターン(Wallace and Gutzler 1981)、あるいはTNHパターン(Barnston and Livezey 1987)を強化している(同図(f1))。第1.1節で示したように2012年12月上旬には北陸地方をはじめ、日本海側の各地で「かなり多い降雪」となったが、このときの1か月予報モデルの予測図と実況図(500hPa高度)を第1.2.3図に示す。実況では、合成図で示したEUパターンの形成、亜熱帯ジェット気流上の波束伝播による日本付近のトラフの強化、およびアリューシャンから東シベリアを西進するブロッキング高気圧が見られ、典型的な多雪パターンとなっていたことがわかる。この特徴は11月29日初期値の数値予報モデルでも概ね予測できており、「かなり多い降雪」の情報を付加して発表することができた。EUパターンの形成

および東シベリアのブロッキング、日本付近のトラフの深まりは、その前週の11月22日初期値でもある程度予測できていたことを付記しておく。

(2) 北海道日本海側の特徴

500hPa高度偏差および200hPa波の活動度フラックスの合成図と地上気圧偏差および850hPa風偏差の合成図について、北海道日本海側での開始日の9日前から6日後に関して合成したものを第1.2.4図に示す。

北陸地方の場合に開始日以前に見られたEUパターンの形成が見られない(第1.2.4 図(a1)～(c1))点が大きく異なる。開始日には500hPa高度の負偏差の位置は、北陸地方に比べ高緯度であるが西側に負偏差の中心があるという点では共通している(同図(d1))。しかし、その負偏差が明瞭になる

前には、シベリア東部での正偏差が西進するという点だけが北陸地方と共通である。これは、北海道で降雪が多くなる場合には、東シベリアでブロッキングが発達し、その南側を回るように寒気が南下するパターンが多いことを示唆している。なお、図は省略するが、熱帯の対流活動は海洋大陸付近で活発で、中国南部で対流圏上層の高気圧性循環を強め、北日本の低気圧性循環を強める傾向が見られるが、亜熱帯ジェット気流沿いの波束伝播は不明瞭である。

このように、北海道日本海側の多雪に関しては、北半球規模での準定常ロスビー波の伝播は不明瞭で、主にブロッキングの発達によるところが大きく、数値予報モデルは発達期のブロッキングの予測が不得意であることから、北陸地方に比べて予測は難しいことが推定される。

また、北海道日本海側の場合、地上の低気圧が北海道付近を通過し（第1.2.4 図(d2)）、北海道のすぐ北東海上で発達して動きが遅い特徴（同図(e2)～(f2)）が明瞭で、北陸地方で明瞭であったシベリア高気圧の張り出しは見られない。

（3）低温・非多雪及び非低温・多雪時の特徴

ここでは、「かなりの低温」であるが「かなり多い降雪」とならない事例（「低温・非多雪」）、「かなり多い」降雪であるが「かなりの低温」とならない（「非低温・多雪」）事例の合成図を作成し、北陸地方を例にそれぞれの特徴を比較した。「低温・非多雪」および「非低温・多雪」の事例の開始日における合成図を第1.2.5図に示す。

時系列的な循環場の特徴の推移の図の掲載および詳細な特徴については割愛するが、「非低温・多雪」の事例は、この事例の開始日前には有意な領域が少なく、「低温・非多雪」の事例は（1）で言及した推移に類似している。

低温・非多雪時の低温開始日における500hPa高度の特徴（第1.2.5図(a)）は、（1）での多雪時（気温での区別はしていない多雪時の全事例）の特徴（第1.2.1 図(d1)）と比べ、負偏差の中心が日本の東海上にある。これに対応して、地上の低

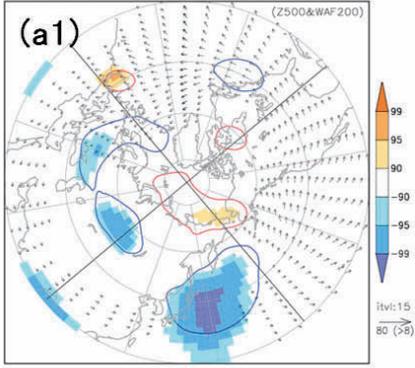
気圧は多雪時の全事例平均ではその中心が三陸沖（第1.2.1 図(d2)）にあるのに対して、低温・非多雪時は日本のはるか東海上に位置している（第1.2.5 図(b)）といった違いが見られる。一方、シベリア高気圧に対応する大陸の正偏差の強さや位置には大きな違いは見られない。低気圧の発達する位置や強さが異なることにより、多雪時に比べて低温・非多雪時の冬型の気圧配置が弱い特徴は北陸以外でもある程度共通してみられる（図略）。

次に、非低温・多雪時の500hPa高度の特徴（第1.2.5 図(c)）は、（1）の低温の事例も含む多雪時と偏差やその中心位置に大きな差はないが、地上の低気圧の中心が東海上に抜けておらず、北日本に位置している（同図(d)）。このことから、日本付近で発達する低気圧によって直接もたらされた降雪や寒冷渦直下の擾乱による平野部を含めた広範囲の降雪が寄与していることが推定される。

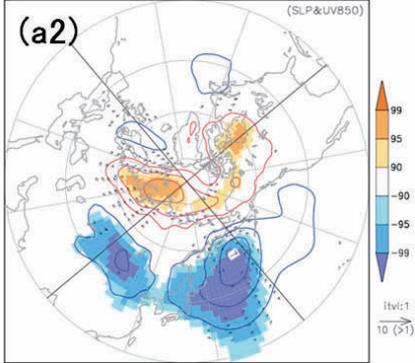
参考文献

- Barnston, A. G., and R. E. Livezey, 1987: Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 1083-1126.
- Onogi, K., J. Tsutsui, H. Koide, M. Sakamoto, S. Kobayashi, H. Hatsushika, T. Matsumoto, N. Yamazaki, H. Kamahori, K. Takahashi, S. Kadokura, K. Wada, K. Kato, R. Oyama, T. Ose, N. Mannoji and R. Taira, 2007: The JRA-25 Reanalysis. *J. Meteor. Soc. Japan*, 85, 369-432.
- Takaya, K. and H. Nakamura, 2005: Geographical dependence of upper-level blocking formation associated with intraseasonal amplification of the Siberian high. *J. Atmos. Sci.*, 62, 4441-4449.
- Wallace, J. M., and D. S. Gutzler, 1981: Teleconnection in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, 109, 784-812.

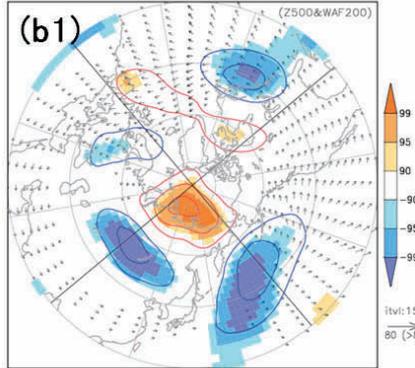
Hokkaido (the Sea of Japan side) T:-9days, N:62
Composite : Winter(Snow(++))(>=3days)



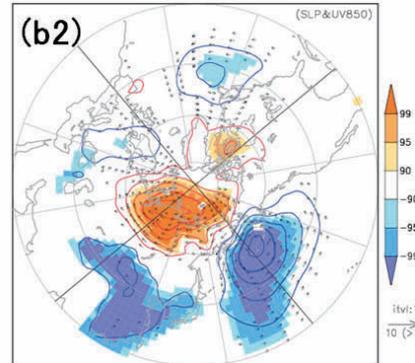
Hokkaido (the Sea of Japan side) T:-9days, N:62
Composite : Winter(Snow(++))(>=3days)



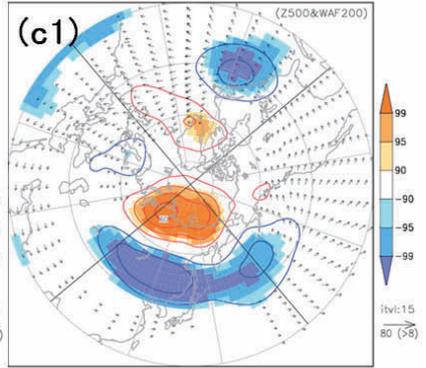
Hokkaido (the Sea of Japan side) T:-6days, N:62
Composite : Winter(Snow(++))(>=3days)



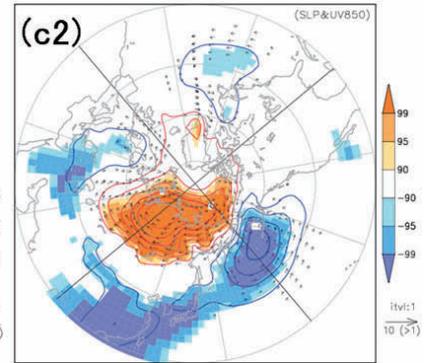
Hokkaido (the Sea of Japan side) T:-6days, N:62
Composite : Winter(Snow(++))(>=3days)



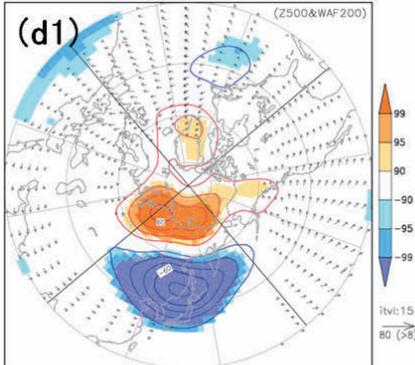
Hokkaido (the Sea of Japan side) T:-3days, N:62
Composite : Winter(Snow(++))(>=3days)



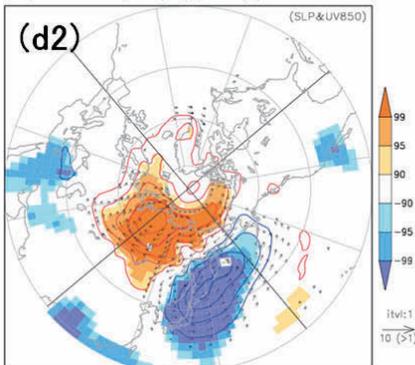
Hokkaido (the Sea of Japan side) T:-3days, N:62
Composite : Winter(Snow(++))(>=3days)



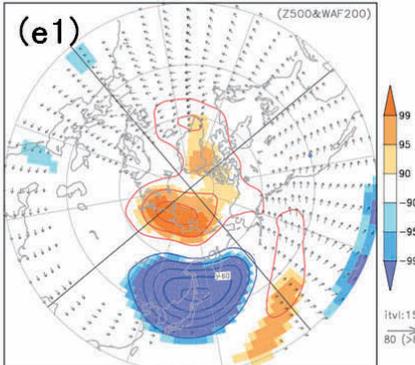
Hokkaido (the Sea of Japan side) T:0days, N:62
Composite : Winter(Snow(++))(>=3days)



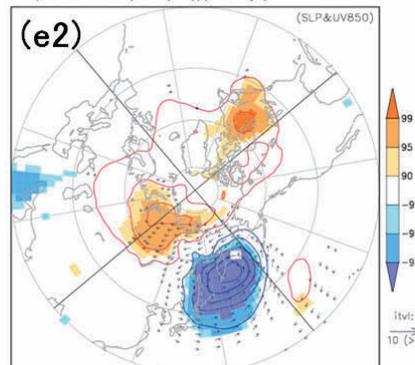
Hokkaido (the Sea of Japan side) T:0days, N:62
Composite : Winter(Snow(++))(>=3days)



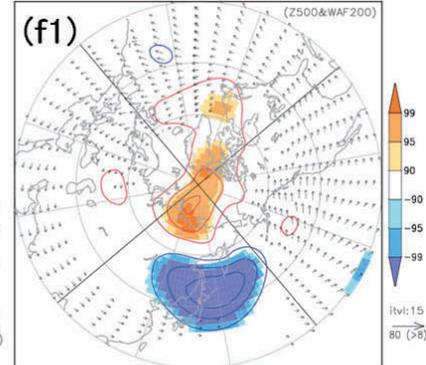
Hokkaido (the Sea of Japan side) T:+3days, N:62
Composite : Winter(Snow(++))(>=3days)



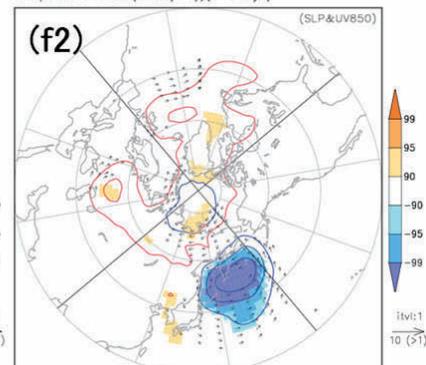
Hokkaido (the Sea of Japan side) T:+3days, N:62
Composite : Winter(Snow(++))(>=3days)



Hokkaido (the Sea of Japan side) T:+6days, N:62
Composite : Winter(Snow(++))(>=3days)

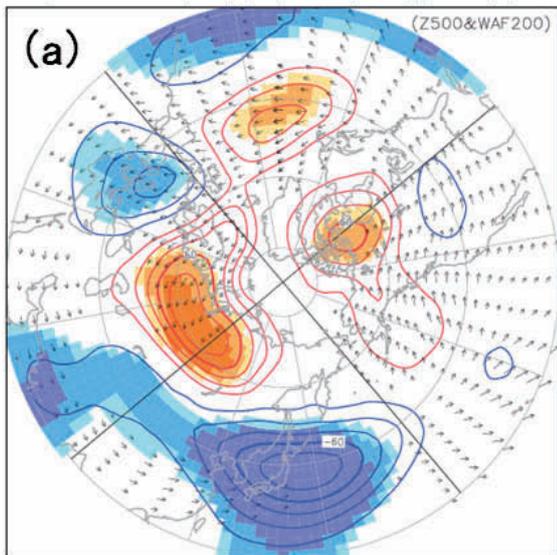


Hokkaido (the Sea of Japan side) T:+6days, N:62
Composite : Winter(Snow(++))(>=3days)

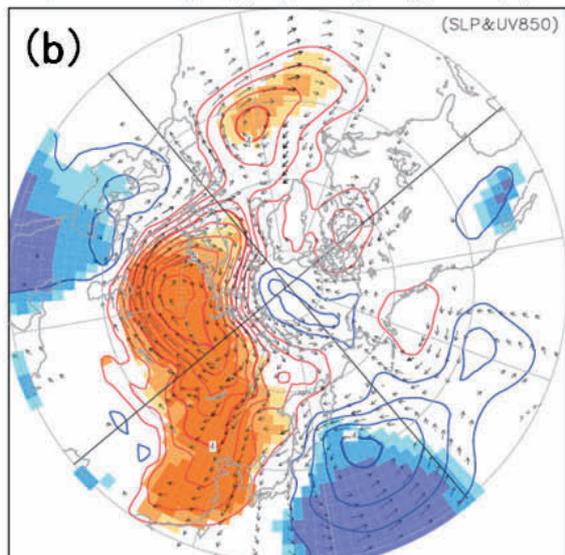


第 1.2.4 図 第 1.2.1 図と同じ。ただし、北海道日本海側で降雪量が多い時

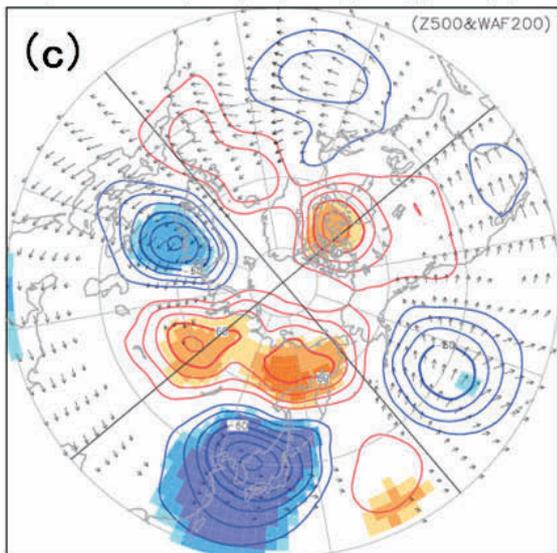
Hokuriku T:0days, N:21
Composite : Winter(Temp(--)&Snow(<=+))(>=3days)



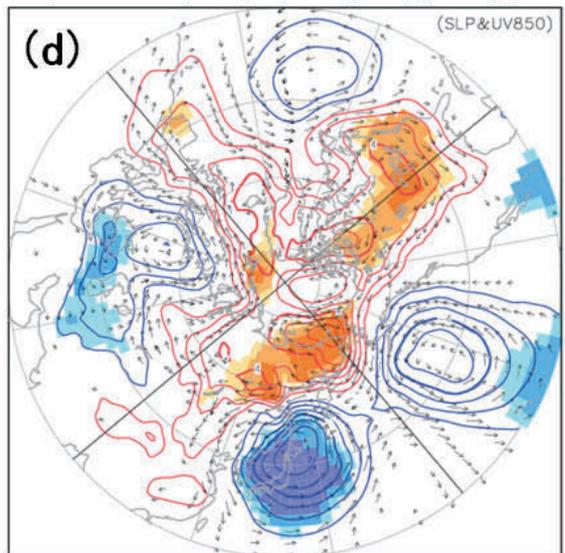
Hokuriku T:0days, N:21
Composite : Winter(Temp(--)&Snow(<=+))(>=3days)



Hokuriku T:0days, N:13
Composite : Winter(Snow(++)&Temp(>=-))(>=3days)



Hokuriku T:0days, N:13
Composite : Winter(Snow(++)&Temp(>=-))(>=3days)



第1.2.5 図 北陸地方において低温・非多雪時および非低温・多雪時の500hPa高度偏差・200hPa波の活動度フラックスおよび地上気圧・850hPa風の合成図（「かなり多い降雪」の開始日）

(a) 低温・非多雪時の500hPa高度偏差(等値線間隔15m), 200hPa波の活動度フラックス(m^2/s^2)

(b) 低温・非多雪時の地上気圧偏差(等値線間隔1hPa), 850hPa風偏差(m/s)

(c) 非低温・多雪時の500hPa高度偏差(等値線間隔15m), 200hPa波の活動度フラックス(m^2/s^2)

(d) 非低温・多雪時の地上気圧偏差(等値線間隔1hPa), 850hPa風偏差(m/s)

正(負)偏差は赤(青)で示している。ベクトルのサイズはそれぞれ右下の凡例に示した。陰影はt検定による凡例に示した信頼度で有意な領域を示す。